RAI
Interferenze
da propagazione
troposferica
Disturbi sporadici estivi
alla ricezione televisiva
dovuti a stazioni
TV isocanale lontane
A cura del Supporto Tecnico
Controllo Qualità Servizio
RAI RADIO TELEVISIONE ITALIANA

Premessa

Ogni segnale televisivo è associato ad un canale, in ogni canale sono irradiati due segnali elettromagnetici "portanti" che trasferiscono rispettivamente le informazioni video e audio. Tali segnali portanti sono caratterizzati ciascuno da una frequenza che permette al televisore di riconoscerla tra le tante che vengono diffuse nello spazio. Qualora canali uguali o parzialmente sovrapposti giungano contemporaneamente al televisore si possono verificare disturbi di vario tipo sulle immagini e sui suoni.

Per questa ed altre ragioni l'assegnazione dei canali agli impianti trasmittenti per la diffusione televisiva è regolamentata da precise norme tecniche, elaborate e concordate in sede internazionale, le quali tengono conto delle leggi di propagazione nello spazio dei segnali televisivi. In questo modo viene salvaguardata la compatibilità tra i canali impiegati e, conseguentemente, i molti impianti che sul territorio italiano e nei Paesi limitrofi utilizzano lo stesso canale o canali parzialmente sovrapposti di solito non si disturbano reciprocamente.

I meccanismi che determinano le leggi di propagazione non sono però costanti durante tutte le stagioni dell'anno: in particolare succede che, nei mesi estivi, la propagazione dei segnali televisivi, sia VHF che UHF, può anche avvenire in modo anomalo per periodi di breve o di media durata.

Durante tali periodi il segnale di un impianto normalmente non ricevibile in una determinata area, dove lo stesso canale o uno parzialmente sovrapposto è già utilizzato da un impianto locale, può raggiungere livelli superiori, anche di molto, a quelli

previsti dalle norme tecniche citate e quindi interferire la ricezione del programma irradiato dall'impianto locale.

Di questa possibilità si è tenuto conto in sede di pianificazione dei canali ammettendo che la ricezione possa essere disturbata, secondo una valutazione di tipo statistico, *"per l'1% del tempo nel 50% delle località"*.

fig. 1
anche in copertina

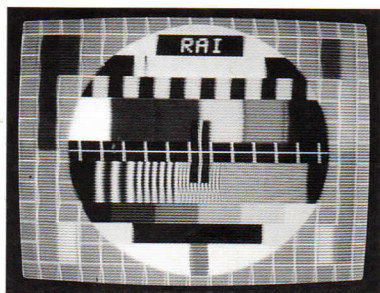
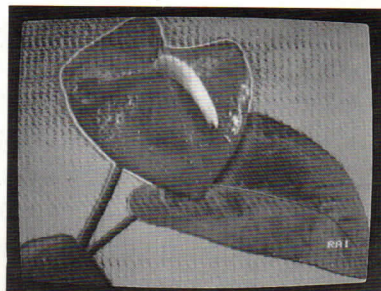



fig. 2-3
anche sul retro della copertina

Fenomeno

Gli effetti finali delle anomalie citate sono costituiti dalla presenza di una o più interferenze:
1. fra canali uguali (isocanali)
2. fra canali parzialmente sovrapposti
che, secondo i casi, si manifestano sulle immagini, con intensità fluttuante nel tempo, nelle forme di seguito indicate:

- sovrapposizione di barre orizzontali più o meno fitte, larghe e scure, in movimento dall'alto verso il basso o viceversa, con velocità variabile **(Fig. 1)**: l'interferenza è prodotta da una emittente lontana che trasmette sullo stesso canale dell'emittente locale che irradia il programma desiderato;

- sovrapposizione di righe diagonali in movimento, con inclinazione variabile nel tempo **(Fig. 2 e Fig. 3)**: il disturbo è duvuto ad una emittente lontana con canale non perfettamente uguale o parzialmente sovrapposto al canale dell'emittente locale;

- scomparsa, totale o parziale, del colore ed eventuale apparizione di righe diagonali molto fitte, in rotazione, fino a raggiungere una posizione quasi orizzontale o quasi verticale: ciò è dovuto ad una emittente lontana con canale parzialmente sovrapposto a quello dell'emittente locale;

- sostituzione dell'immagine desiderata con l'immagine dell'impianto interferente: il fenomeno è causato da un segnale interferente intenso, irradiato da una emittente lontana che utilizza lo stesso canale o un canale parzialmente sovrapposto a quello della emittente locale;

- eventuale comparsa di disturbi sul suono che accompagna l'immagine.

Durante l'anno i disturbi citati si verificano principalmente nei periodi estivi con tempo sereno, caldo e stabile; nell'arco della giornata possono manifestarsi in qualsiasi momento, in maggior misura nel tardo pomeriggio. Essi si verificano di solito sporadicamente, non tutti i giorni, per periodi che vanno da pochi minuti ad alcune ore, apparendo e scomparendo anche improvvisamente.

Le zone più esposte sono, in genere, quelle costiere, specie se situate al limite dell'area di servizio della stazione locale.

Al fenomeno sono soggetti tutti i canali televisivi, sia VHF che UHF: nel territorio italiano si manifesta maggiormente sui canali VHF in quanto alcuni di questi risultano parzialmente sovrapposti a canali utilizzati da grandi stazioni di Paesi limitrofi.

Analoghi disturbi, ma con intensità costante nel tempo, dovuti all'uso di canali isofrequenza non preventivamente pianificati (come avviene nell'attuale situazione italiana per la presenza di una emittenza privata non ancora regolamentata da norme legislative), si manifestano tra impianti in visibilità ottica in tutte le stagioni e per periodi di mesi ed anni.

Cause

Le onde elettromagnetiche che trasportano i segnali televisivi si propagano, normalmente, secondo traiettorie pressoché rettilinee e la loro ricezione è, generalmente, possibile quando tra le antenne trasmittenti e riceventi vi è *"portata ottica"* cioè quando le antenne sono tra loro in vista. Inoltre, grazie ad un favorevole fenomeno che si produce nella troposfera (parte bassa dell'atmosfera adiacente alla superficie terrestre, estesa fino a qualche chilometro di altezza, nella quale hanno luogo tutti i fenomeni meteorologici), la traiettoria di queste onde subisce un leggero incurvamento verso il basso che permette di aumentare (circa 15%) la portata ottica **(Fig. 4)**.

A volte, però, a causa di particolari condizioni meteorologiche, generalmente presenti nei periodi estivi con alte pressioni (anticicloni), la normale struttura della troposfera (masse d'aria sovrapposte con temperatura e concentrazione di vapore acqueo decrescenti linearmente a partire dal suolo) può variare ed assumere una stratificazione anomala (presenza, a quote più o meno elevate, di masse d'aria calde sopra a masse d'aria più fredde, anziché sotto) e sufficientemente stabile (assenza di correnti e di perturbazioni). In tali condizioni, in presenza di una superficie di separazione tra uno strato superiore più caldo (meno denso) e uno inferiore più freddo (più denso), le onde elettromagnetiche, destinate altrimenti a disperdersi nello spazio, possono subire un forte incurvamento della loro traiettoria verso il basso e ritornare sulla Terra anche molto al di là della portata ottica.

Quando, poi, le condizioni climatiche sono particolarmente favorevoli (periodi estivi caldi con alte

fig. 4
Propagazione delle onde e.m. nella troposfera

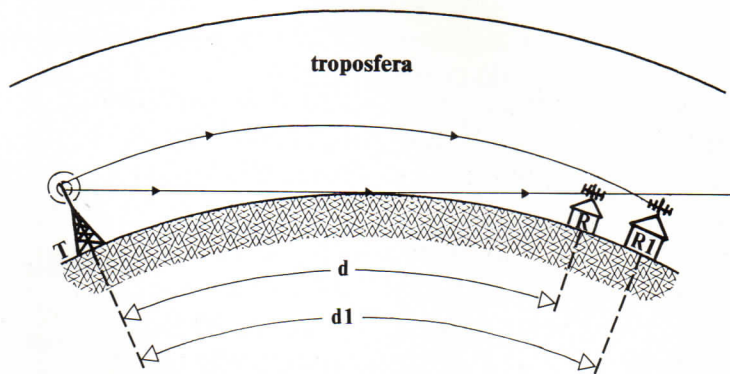
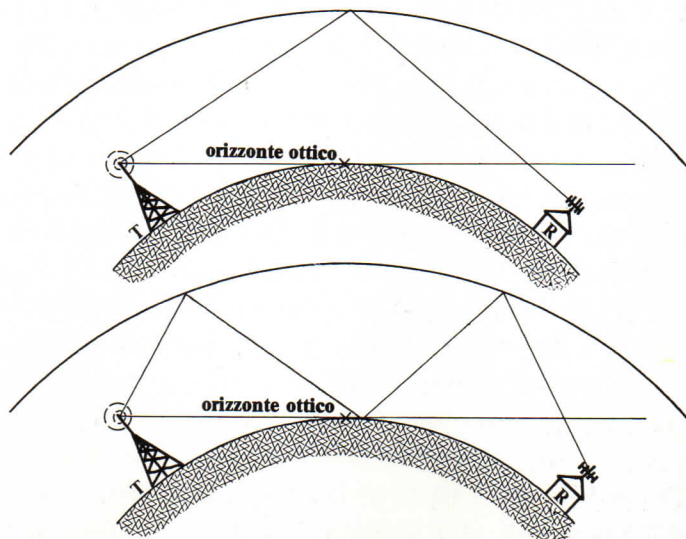
T: trasmettitore
R, R1: posizioni del ricevitore raggiunte dalle onde e.m.
d: distanza corrispondente alla portata ottica
d1: distanza, maggiore di **d,** raggiunta a causa dell'incurvamento delle onde e.m.

pressioni molto estese e stazionarie) ed i percorsi di tipo particolare (sul mare o su grandi pianure) le onde elettromagnetiche che così giungono sulla superficie terrestre possono da questa essere nuovamente riflesse verso la stessa superficie riflettente superiore e qui ancora deviate verso la Terra e così via. In questo modo hanno origine i cosiddetti *"condotti troposferici superficiali"* **(Fig. 5)**: tra le due superfici

fig. 5
Propagazione delle onde e.m. in condotti troposferici superficiali

T: trasmettitore
R: ricevitore

si forma un vero e proprio condotto dove le onde elettromagnetiche restano intrappolate e trasportate, per successive riflessioni come in una guida d'onda, fino a distanze di qualche centinaio di chilometri, in relazione alla configurazione della regione atmosferica e terrestre attraversata, della energia posseduta e dispersa lungo il percorso.

Analogo fenomeno può anche aver luogo tra due superfici riflettenti poste a quote diverse, là dove si determinano condizioni adatte a produrre successivi incurvamenti della traiettoria verso il basso (massa d'aria calda sopra una fredda) e verso l'alto (massa d'aria fredda sopra una calda). Si formano così i cosiddetti *"condotti troposferici elevati"* **(Fig. 6)** che

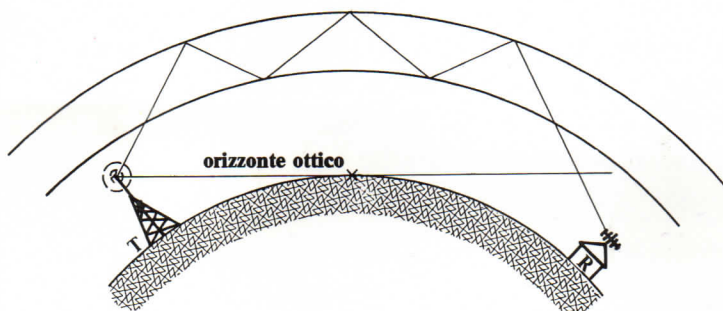



fig. 6
Propagazione delle onde e.m. in un condotto troposferico elevato

T: tramettitore
R: ricevitore

consentono a queste onde di raggiungere distanze anche di diverse centinaia di chilometri.

Si tratta dello stesso meccanismo che spiega i fenomeni di *"miraggio"*, nei deserti, o di *"Fata Morgana"*, nello stretto di Messina.

Nel caso della propagazione delle onde elettromagnetiche tutto accade come se l'altezza dell'antenna trasmittente fosse aumentata rispetto a quella effettiva facendo così sembrare l'antenna più vicina

e in vista anche in zone assolutamente fuori della sua portata ottica.

Tali fenomeni sono però instabili: cambiano di intensità, appaiono e scompaiono anche per brevi periodi, vengono attenuati o eliminati del tutto quando lungo il percorso è presente una zona temporalesca che li interrompe sicuramente.

La propagazione che si realizza attraverso i due tipi di condotti troposferici sopra descritti rende possibile l'arrivo in molte zone del territorio italiano di segnali interferenti provenienti da molto lontano (per esempio in Sicilia e sulla costa tirrenica centro-meridionale dal Nord Africa, sulla costa adriatica dalla Iugoslavia, in Liguria dalla Toscana e dalla Corsica).

Provvedimenti

Non sono possibili interventi tecnici risolutivi per la eliminazione di questi disturbi perché dovuti a fenomeni fisici incontrollabili.

La loro totale soppressione richiederebbe il cambiamento del canale di trasmissione o la riduzione del numero e della potenza degli impianti interessati. Ciò è impossibile in quanto tali impianti, tutti di notevole importanza, hanno caratteristiche assegnate tramite accordi internazionali, basate sulle norme tecniche indicate in precedenza, elaborate tenendo conto dei limiti imposti dal numero limitato di canali disponibili e dal numero elevato di impianti necessari per servire territori vasti e orograficamente complessi. In tale situazione il rimedio adottato in sede di pianificazione è stato quello di dislocare tali impianti in modo da mantenerli il più lontano possibile l'uno dall'altro.

Sono però attuabili, in certi casi, interventi tecnici migliorativi sugli impianti trasmittenti e su quelli riceventi d'antenna.

● Interventi sugli impianti trasmittenti

Tali interventi, detti di *"offset"*, vengono eseguiti distanziando adeguatamente le frequenze dei trasmettitori interferente ed interferito. Ciò consente di *"mascherare"* il disturbo, ovvero di renderlo meno visibile, ma non di eliminarlo.

● Interventi sugli impianti riceventi

Sono possibili soltanto quando la direzione di provenienza del segnale interferente è diversa di almeno 10 gradi da quella del segnale desiderato.

Nei casi più semplici può essere sufficiente spo-

stare l'antenna esistente collocandola in modo che possa usufruire della schermatura creata, nella direzione di provenienza dell'interferenza, da edifici circostanti o altri ostacoli, in questo caso utili.

In generale, però, il rimedio consiste nel cercare di ridurre l'ampiezza del settore di ricezione a favore del segnale desiderato impiegando, in sostituzione dell'antenna esistente, una antenna *"direttiva"* o una antenna *"anti-interferenza"* capaci di migliorare la ricezione nella direzione di puntamento e di minimizzarla in tutte le altre.

I risultati, di solito instabili nel tempo, non sempre sono soddisfacenti, specie se in presenza di più segnali interferenti provenienti da più direzioni. In genere un certo miglioramento è ottenibile con particolari dispositivi anti-interferenza che sono, però, complessi, costosi, di difficoltosa messa a punto e comunque sconsigliabili nell'attuale situazione non regolamentata.

Un esempio di dispositivo anti-interferenza è riportato nella **Fig. 7**.

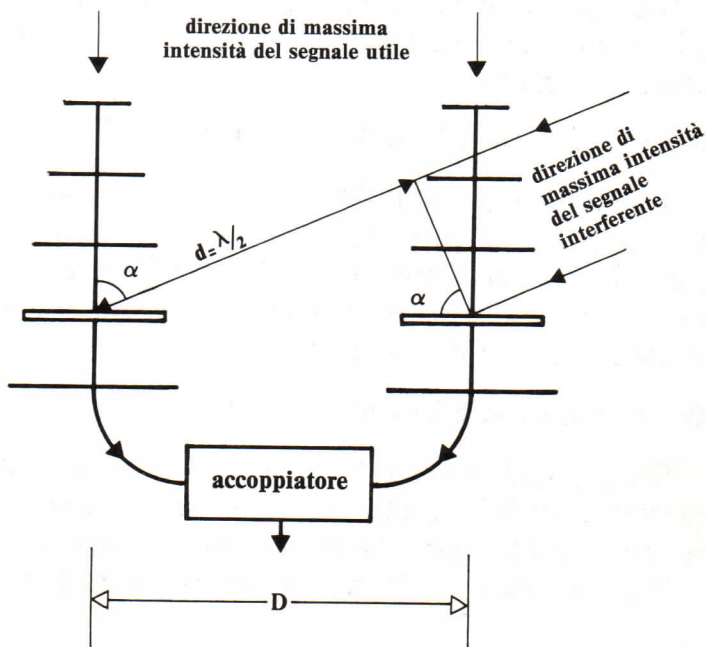



fig. 7
Dispositivo anti-interferenza

Esso è costituito da due **antenne uguali**, adatte a ricevere il segnale voluto, disposte con gli assi paralleli ad una distanza **D** l'uno dall'altro e collegate ad un apparecchio denominato *"accoppiatore"* per mezzo di due cavi d'**identica lunghezza**.

Con le due antenne puntate nella direzione del segnale utile un segnale interferente proveniente da una direzione ruotata di un angolo α si attenua o si annulla (in teoria) quando la differenza **d**, fra i percorsi che il segnale interferente compie per raggiungere le due antenne, è pari a mezza lunghezza d'onda $\lambda/2$ od a multipli dispari di questa (oltre che da una frequenza ciascun segnale elettromagnetico portante è caratterizzato da una lunghezza d'onda).

In tali condizioni, infatti, il segnale interferente che giunge su un'antenna è in opposizione di fase rispetto a quello che giunge sull'altra per cui nell'accoppiatore l'ampiezza risultante è pari alla differenza delle intensità dei due segnali. Nell'ipotesi di due segnali di uguale intensità l'ampiezza risultante sarebbe nulla.

In pratica, per fare in modo che **d** sia uguale a mezza lunghezza d'onda si ricava prima la distanza **D**, che deve separare le due antenne, con il monogramma della **Fig. 8 o 9**, quindi si limitano eventuali errori di rilevamento variando **leggermente** tale distanza fino ad ottenere il minimo effetto disturbante.

Per la sistemazione di un tale dispositivo occorre rivolgersi ad un esperto installatore d'antenne il quale, per eventuali chiarimenti, può prendere direttamente contatto con i tecnici del *"Controllo Qualità Servizio"* delle Sedi Regionali RAI i cui indirizzi e numeri di telefono sono riportati in fondo all'opuscolo.

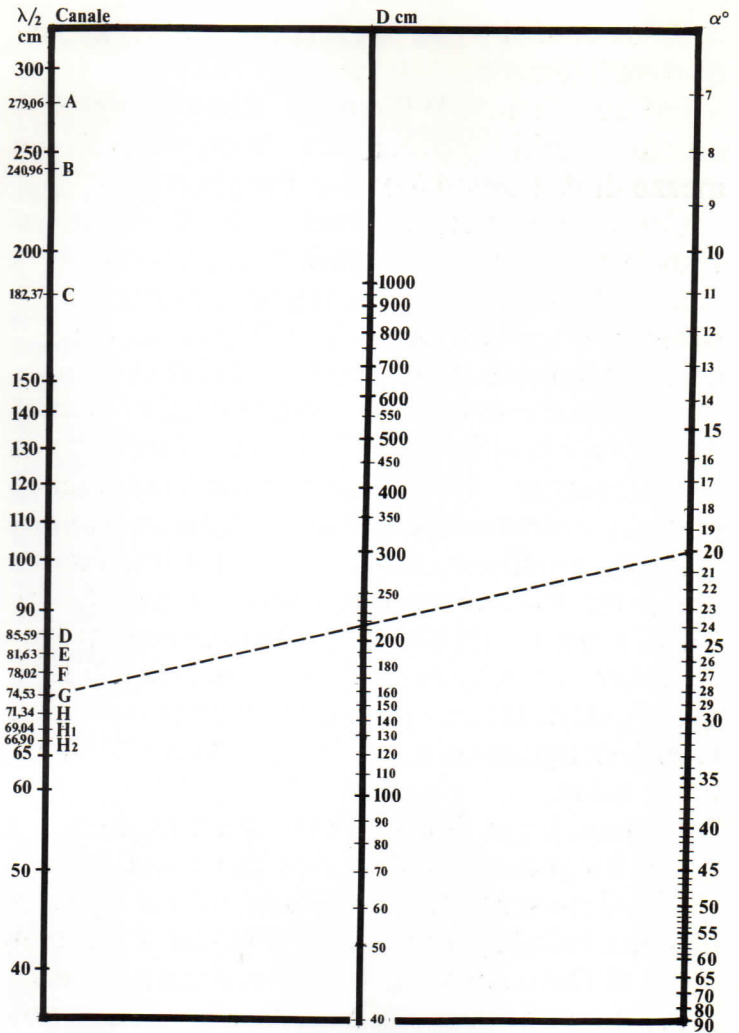
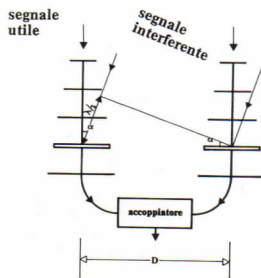



fig. 8
Nomogramma per la determinazione della distanza tra due antenne di un dispositivo anti-interferenza VHF conoscendo la lunghezza d'onda o il canale del segnale interferente e l'angolo compreso tra le direzioni del segnale interferito e interferente.

Esempio:

canale interferente = can. G

$\alpha = 20°$

$$D = \frac{\lambda/2}{\text{sen}\,\alpha} = \frac{74.50}{\text{sen}\,20} = \text{cm } 219$$

$$D = \frac{\lambda/2}{\text{sen}\,\alpha}\ (\text{cm})$$

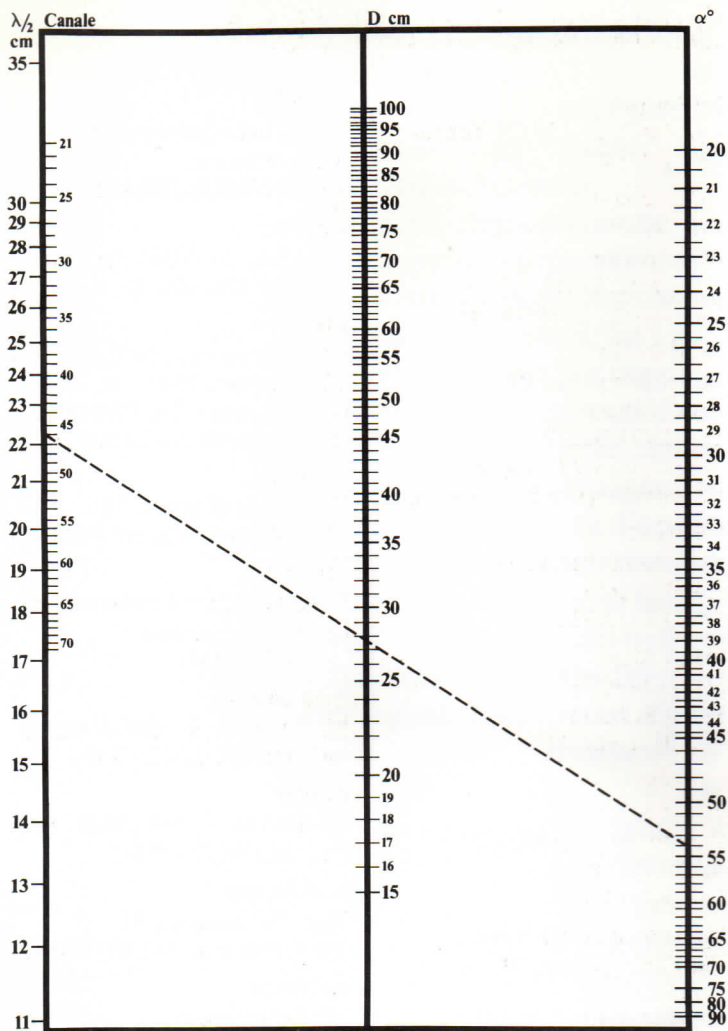
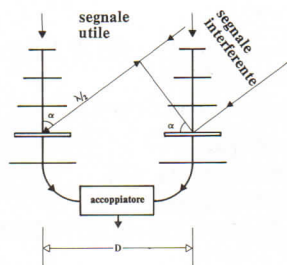



fig. 9
Nomogramma per la determinazione della distanza tra due antenne di un dispositivo anti-interferenza UHF conoscendo la lunghezza d'onda o il canale del segnale interferente e l'angolo compreso tra le direzioni del segnale interferito e interferente. Per angoli inferiori a 20° usare la formula.

$$D = \frac{\lambda/2}{\text{sen}\ \alpha}\ \text{(cm)}$$

Esempio:

canale interferente = can. 46

$\alpha = 54°$

$$D = \frac{\lambda/2}{\text{sen}\,\alpha} = \frac{22.35}{\text{sen}\,54} = \text{cm}\ 27.6$$

Sedi regionali RAI

piemonte
Via Verdi, 16 - 10124 Torino
Tel. 011/8800

valle d'aosta
Via Chambery, 36/38
11100 Aosta
Tel. 0165/308284
(con segreteria telefonica)

lombardia
Corso Sempione, 27
20145 Milano
Tel. 02/31992277
(lunedì ore 9/13 e 14/18; altrimenti segreteria telefonica)

trentino
Via Fratelli Perini, 141
38100 Trento
Tel. 0461/899111

alto adige
Piazza Mazzini, 23
39100 Bolzano
Tel. 0471/902111

veneto
Palazzo Labia
Campo San Geremia, 275
30121 Venezia
Tel. 041/781111

friuli-venezia giulia
Via Fabio Severo, 7
34133 Trieste
Tel. 040/77841-7784227

liguria
Corso Europa, 125
16132 Genova
Tel.010/54921-5492231-5492302

emilia-romagna
Viale della Fiera, 13
40127 Bologna
Tel. 051/6434111

toscana
Largo Alcide De Gasperi, 1
50136 Firenze
Tel. 055/24881

marche
Piazza della Repubblica, 1
60100 Ancona
Tel. 071/58961-5896252

umbria
Via Masi, 2 - 06100 Perugia
Tel. 075/2961-296383

lazio
RAI - Centro Esercizio Trasmettitori
Via Sambuca Pistoiese, 53
00138 Roma - Tel. 06/8403252
(con segreteria telefonica)

abruzzi
Via Conte di Ruvo, 74
65100 Pescara - Tel. 085/4211076

molise
Viale Principe di Piemonte, 59
86100 Campobasso
Tel. 0874/98541

campania
Via Marconi, 9 - 80125 Napoli
Tel. 081/610122-7251350

puglia
Via Dalmazia, 104 - 70121 Bari
Tel. 080/395227-395111

basilicata
Viale del Basento, 11
85100 Potenza - Tel. 0971/56604

calabria
Via Montesanto, 25
87100 Cosenza
Tel. 0984/8121-812282-812283

sicilia
Via Cerda, 19 - 90139 Palermo
Tel. 091/275111
(lunedì, dopo le ore 10)

sardegna
Viale Bonaria, 124
09100 Cagliari
Tel. 070/60121-6012217-6012313

Pubblicazione a cura del Supporto Tecnico Controllo Qualità Servizio

Testi:
Alessandro Andreazza
Progetto grafico:
Viola Ti Verde
Stampa:
Eliograf (Roma)
Marzo 1990